

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Antonio Jurić

**UTJECAJ ZNAČAJKI PALETA NA UČINKOVITOST PRIJEVOZNIH
PROCESA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ ZNAČAJKI PALETA NA UČINKOVITOST PRIJEVOZNIH PROCESA PALLET FEATURES IMPACT ON TRANSPORT PROCESSES' EFFICIENCY

Mentor: mr. sc. Veselko Protega

Student: Antonio Jurić, 0135222414

Zagreb, rujan 2015.

UTJECAJ ZNAČAJKI PALETA NA UČINKOVITOST PRIJEVOZNIH PROCESA

SAŽETAK

Paleta je važan resurs tijekom prijevoznog procesa, jer omogućuje formiranje kompaktne teretne jedinice koju čine više pojedinačnih tereta. Opisane su strukture i značajke teretno-manipulacijskih jedinica, koje će različito utjecati na učinkovitost analiziranih prijevoznih procesa. Također važnu ulogu imaju značajke manipulacijskih i prijevoznih procesa s obzirom na kompatibilnost sa paletama. Provedena je usporedna analiza učinkovitosti prijevoznih procesa. U konačnici su iz dobivenih pokazatelja učinkovitosti prijevoznih procesa izvučeni zaključci o utjecaju značajki paleta na uspješnost odvijanja prijevoznih procesa.

KLJUČNE RIJEČI: paleta, teret, prijevozna i manipulacijska sredstva, učinkovitost prijevoznih procesa

PALLET FEATURES' IMPACT ON TRANSPORT PROCESSES' EFFICIENCY

SUMMARY

The pallet is an important resource during the transport process, because it allows the formation of a compact load unit, consisting of several individual freight. The structures and features of freight – manipulation units, which will have different influences on the analyzed transport processes' efficiency, are described. The features of manipulation devices and transport means also have an important role with regard to their compatibility with pallets. A comparative analysis of the transport processes' efficiency was conducted. Finally, conclusions on the impact range of pallet features on the transport processes' success are drawn from these transport processes' efficiency indicators

KEYWORDS: pallets, freight, transport and manipulation means, transport processes' efficiency

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. OPIS TRANSPORTNIH UREĐAJA KAO VAŽNOG ELEMANTA TEHNOLOGIJE CESTOVNOG PROMETA.....	2
2.1. Izmjenjivi transportni sanduci	2
2.2. Kontejner	4
2.3. Paketi	5
2.4. Palete.....	6
3. OPIS TERETA PREMA PRIPADNOSTI VRSTAMA PALETA.....	11
3.1. Mineralna vuna	12
3.2. Vapno i cement	13
3.3. Pocinčani lim valjkastog oblika	15
4. ANALIZA POGODNOSTI PRIMJENE MANIPULACIJSKIH SREDSTAVA PREMA VRSTAMA PALETA.....	16
4.1. Električni viličar za nisko	17
4.2. Hidraulična dizalica – kran	18
4.3. Čeoni električni viličar.....	19
5. ANALIZA UTJECAJA ZNAČAJKI PALETA NA KAPACITIVNO ISKORIŠTENJE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA.....	21
5.1. Značajke prijevoznih sredstava.....	21
5.2. Prikaz itinerara kretanja prijevoznih sredstava	25
5.3. Detaljna analiza pojedinih procesa obrta	27
5.4. Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava.....	29
5.4.1. Koeficijenti vremenske analize α_d i α_v	29
5.4.2. Koeficijenti prijeđenog puta β i β_n	30
5.4.3. Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti γ_s i γ_d	31

6. USPOREDNA ANALIZA UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA S PRIMJENOM RAZLIČITIH VRSTA PALETA	34
6.1. Usporedna analiza vremenske učinkovitosti prijevoznih procesa	34
6.2. Usporedna analiza prostorne učinkovitosti prijevoznih procesa	35
6.3. Usporedna analiza kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa	36
6.4. Pregled ocjena ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A,B I C	37
7. ZAKLJUČAK.....	39
POPIS LITERATURE	41
POPIS SLIKA I TABLICA.....	43
Popis slika	43
Popis tablica.....	43

1. UVOD

Paleta je drvena podloga izrađena od dasaka ili drugog materijala određenih normiranih dimenzija, na koje se tovari roba. Paleta je vrsta pomoćne opreme koja omogućuje formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog od različitih vrsta komada robe. Dakle paleta najčešće kao drvena podloga određenih normaliziranih dimenzija, služe za “tovarenje“, “slaganje“ robe, tj. palete su namijenjene udruživanju manjih tovarnih jedinica u veće. Ona je po svojoj funkciji “pomoćna oprema“ koja omogućava formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog iz raznih vrsta komadne robe.

Svrha završnog rada je prepoznati utjecaj značajki paleta na učinkovitost prijevoznih procesa cestovnog prijevoza roba. U radu je opisan tehnološki proces prijevoza građevinskog materijala u gradu Požegi. Transporti proces započinje utovarom paleta za odgovarajući teretni prostor koja se prevozi iz jedne tvrtke do krajnjeg odredišta druge tvrtke. Cilj rada je kvalitetnije upoznati značajke palete i iskoristivost palete sa različitom robom, a samim time i teretnog prostora cestovnog vozila.

Završni rad se sastoji od sedam poglavlja, uključujući uvod i zaključak. U drugom poglavlju je napravljen opis transportnih uređaja kao važnog elementa tehnologije cestovnog prometa i sve ostale operacije koje se događaju pri ukrcaju i iskrcaju robe na prijevozno sredstvo i s prijevoznog sredstva do krajnjeg korisnika.

U trećem poglavlju je opis tereta prema pripadnosti vrstama paleta.

U četvrtom poglavlju se analizira pogodnost primjene manipulacijskih sredstava prema različitim vrstama paleta.

U petom poglavlju se analizira utjecaj značajki paleta na kapacitivno iskorištenje prijevoznih sredstava.

Šesto poglavlje je usporedna analiza učinkovitosti prijevoznih procesa s primjenom različite vrste paleta sa različitim materijalima na paletama, a završno poglavlje rada je zaključak.

2. OPIS TRANSPORTNIH UREĐAJA KAO VAŽNOG ELEMANTA TEHNOLOGIJE CESTOVNOG PROMETA

Sustav transportnih uređaja obuhvaća različite vrste naprave čija je osnovna zadaća prihvati tj. smještaj robe pri procesima manipulacije, premještanja ili prijevoza, a zajednička im je značajka da predstavljaju sučelje između supstrata i prijevoznih sredstava, manipulacijskih sredstava te skladišne opreme. Osnovne vrste transportnih uređaja su izmjenjivi transportni sanduci, kontejneri, palete i čitavi niz (manjih) transportnih posuda sa istom zadaćom, kao što su između ostalog: sanduci, bačve, vreće, gajbe, košare i paketi.

2.1. Izmjenjivi transportni sanduci

Izmjenjivi transportni sanduci su odvojive nadgradnje cestovnih teretnih vozila, odnosno cestovnih priključnih vozila. Radi se o sanduku cestovnog teretnog vozila, prikolice ili poluprikolice koji se zahvaljujući posebnoj konstrukcijskoj izvedbi može odvojiti od podvozja (slika 1), [1].



Slika 1. Izmjenjivi transportni sanduk

Izvor: [2]

Opremljeni su nauglicama (po obliku i rasporedu slični kontejnerima), predviđeni za manipulaciju dizalicama i sličnim sredstvima te su prikladni za kombinirani prijevoz (najčešće željezničkim vagonima) (slika 2), [1].



Slika 2. Izmjenjivi transportni sanduk na nauglicama

Izvor: [3]

Izmjenjivi transportni sanduk s klimom koji se nalazi na nauglicama prikazan je slikom 3.



Slika 3. Izmjenjivi transportni sanduk sa klimom

Izvor: [4]

2.2. Kontejner

Naziv kontejner potječe od engleske riječi “*contain*” a znači sve ono što može u sebi sadržavati nešto drugo.

Mnogi autori definiraju kontejner (slika 4) kao „pokretni sanduk“, „sanduk za ambalažu“ ili „opremu za utovar robe“ i dr. Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO objašnjava da je kontejner je posuda pravokutnog presjeka, nepromočivi je, primjenjuje se za prijevoz i smještaj određenog broja tovarnih jedinica robe, štiti robu od kvarenja i gubitka, a može se i odvojiti od prijevoznog sredstva i manipulira njime kao homogenom jedinicom bez pretovara robe smještene u njemu, [1].



Slika 4. Kontejner

Izvor: [5]

Kontejneri se dijele na, [1]:

- Prema namjeni
- Vrsti robe koja se njima prevozi
- Nosivosti
- Vrsti materijala od kojeg su izrađeni

- Vrsti konstrukcije
- Mjestu korištenja
- Načinu prijevoza
- Vrsti uređaja kojima su opremljeni
- Podobnostima i mogućnostima pretovara i sl.

Najbrojniji su univerzalni kontejneri opće namjene, međutim postoji više vrsta specijalnih kontejnera (zatvoreni ventilirani, otvorenog pokrova, otvorenog pokrova i bočnih stranica, platforma s kutnim stupovima i sl.)

S obzirom na vrstu supstrata koji primaju, razlikuju se, [6]:

- kontejneri za suhi teret
- izotermički kontejneri
- kontejneri za rasute terete
- kontejneri za plinove
- kontejneri za tekućine.

S obzirom na veličinu, kontejneri dijele na, [1]:

- mali (zapremnina od 1 do 3 m³, nosivost od 1 do 3 tona (t));
 - kategorija A zapremnine od 1 do 1,2 m³
 - kategorija B zapremnine od 1,2 do 2 m³
 - kategorija c zapremnine od 2 do 3 m³
- srednji zapremnina od 3 do 10 m³, bruto mase 2,5 do 5 t, duljine manje od 6 m, često su u željezničkom prijevozu koriste tzv. PA kontejneri
- veliki kontejneri zapremnina veća od 10 m³, duljine veće od 6 m.

2.3. Paketi

Paket je logistička jedinica i o "paketnom sustavu" ili paketiziranju ovisi iskorištenost ali i učinkovitost transportnih uređaja (paleta i kontejnera) (slika 5). Paketiranje je znanost i umjetnost i priprema proizvoda za manipulaciju, skladištenje, transport i distribuciju. Pakiranje omogućuje optimalno iskorištavanje transportnih uređaja s obzirom na njihove gabaritne dimenzije.

Iz navedene definicije se mogu nazrijeti i dvije osnovne funkcije paketa ili ambalaže u odnosu na robu, kad ih se promatra u kontekstu tehnologije cestovnog prometa, a to su, [1]:

- zaštita (zaštita od oštećenja, otuđenja, očuvanje integriteta robe i sl.)
- okrupnjavanje (zbirna pakiranja jednakih ili raznovrsnih pojedinačnih predmeta-roba).



Slika 5. Paketi

Izvor: [7]

2.4. Palete

“Paleta je drvena podloga izrađena od dasaka ili drugog materijala određenih normiranih dimenzija, na koje se tovari roba“, [8]. Paleta je vrsta pomoćne opreme koja omogućuje formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog i različitih vrsta komada robe. Dakle paleta najčešće kao drvena podloga određenih normaliziranih dimenzija, služe za “tovarenje“, “slaganje“ robe, tj. palete su namijenjene udruživanju manjih tovarnih jedinica u veće. Ona je

po svojoj funkciji “pomoćna oprema“ koja omogućava formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog iz raznih vrsta komadne robe.

Treba međutim istaknuti da paleta i paletizacija nisu istoznačnice. Paleta je transportni uređaj-naprava izrađena od različitih materijala, a osnovna joj je zadaća da omogući oblikovanje optimalne jedinice manipuliranja. Po svojoj tehnološkoj funkciji konstruktivnim značajkama paleta vjerojatno još nije dosegla optimum, a njenim će osobnostima sigurno još baviti i konstruktori i tehnolozi. Paletizaciju bi pak trebalo promatrati kao proces primjene paleta u prijevozu robe. Učinci primjene tog procesa su višestruki. Veoma pojednostavljeno rečeno, oni su prije svega ekonomski i tehnološki, a pritom zaštitni, sigurnosni i ostali.

Sve te napomene o paletama i “paletizaciji“ ocjenjuju se potrebnim s dva osnovna razloga koje treba imati na umu i to, [6]:

1. zbog potrebe da se promatra sa stajališta njezinih konstrukcijskih značajki i
2. zbog potrebe da se paleta promatra s tehnološkog aspekta.

Palete se dijele prema, [1]:

- obliku i dimenzijama
- namjeni
- građi
- konstrukcijskim značajkama
- vrsti materijala od kojih su izrađene
- i drugim kriterijima.

Dva osnovna oblika paleta su ravne (podloška) i boks-palette (s nadogradnjom), a dimenzije su vrlo raznolike, pri čemu EUR-EPAL paletu dimenzija 800x1200x144 mm (slika 6) treba istaknuti kao najrašireniju ravnu paletu u Europi. Težina joj iznosi od 20 do 24 kg, a nosivost joj može biti i do 1500 kg.



Slika 6. EURO-EPAL paleta

Izvor: [11]

Podjela paleta obzirom na namjenu višestruka je i ovisi o stajalištu promatranja, [1]:

- prema vijeku trajanja ili učestalosti korištenja
 - jednokratne (nepovratne) palete imaju kratki vijek trajanja i u pravilu ostaju primatelju koji preuzima brigu o njihovom zbrinjavanju
 - višekratne palete imaju dulji vijek trajanja, a primatelj će pošiljatelju uz robu platiti i paletu ili će mu u zamjenu za primljenu paletu po prijevozniku vratiti praznu paletu
- prema vrstama roba koje su namijenjene
 - univerzalne palete namijenjene većini vrsta roba (uobičajenih, bez posebnih obilježja)
 - specijalne palete prilagođene posebnim obilježjima roba kao što su: silos-palete za rasutu i praškastu robu (podloška sa zatvorenim spremnikom), spremnik-palete za tekući teret

S obzirom na vrstu materijala, najčešće su drvene, metalne i plastične palete. Aluminijske palete za sada se malo primjenjuju. No valja očekivati promjenu strukture paleta, odnosno materijala od kojeg su izrađene. Osim ekonomskog čimbenika, na promjenu će najvjerojatnije

utjecati otpornost na deformacije i težina, iako nisu isključena ni druga obilježja koja sada još nisu izražena ili pak još nisu za njih nađena odgovarajuća tehnička rješenja (mogućnost sklapanja radi smanjenja gabarita i dr.). Korištena prva paleta u prvom obrtu, drvena paleta dimenzija 2130 x 1230 mm (slika 7).



Slika 7. Paleta dimenzije 2130 x 1230 mm

Izvor: [10]

Tehnologija prijevoza s primjenom paleta omogućuje postizanje čitavog niza različitih pozitivnih učinka, od kojih posebno valja istaknuti, [1]:

- smanjenje oštećenja robe
- skraćivanje vremena trajanja manipulacija unutar skladišta, ukrcaja i iskrcaja (prijevozno sredstvo) i dr.
- smanjenje troškova procesa proizvodnje, ambalažiranja, skladištenja i dr.
- smanjenje potrebe za energijom
- povećanje mogućnosti primjene manipulacijskih sredstva umjesto ručnog rada
- povećanje sigurnosti operativnog osoblja.

Druga korištena paleta u prijevoznom procesu obrta B, drvena paleta dimenzija 120 x 90 cm vidi sliku 8.



Slika 8. Paleta dimenzije 120 x 90 cm

Izvor: [10]

3. OPIS TERETA PREMA PRIPADNOSTI VRSTAMA PALETA

Riječ supstrat (teret) prema Klaiću znači jedinstvena materijalna osnova različitih pojava ili procesa, a potječe od latinske riječi „*substratus*“, što znači podastrt, [11]. U sklopu analize transportnog supstrata kao jedne od zadaća tehnologa prometa i transporta, bitno je prije svega definirati, [12]:

- količinu robe,
- broj putnika,
- strukturu robe,
- strukturu putnika,
- pripadajuća transportna (prijevozna) sredstva (sklonost prema sredstvima) i
- pripadajuću tehnologiju (sklonost prema tehnologiji.).

Analizom strukture teretnog transportnog supstrata razlikuje se šest robnih skupina.

U prvu robnu skupinu pripadaju: ugalj, rude, građevinski materijal, obrađeno i neobrađeno drvo, ogrjevno drvo, nemetali i repa (ukupno sedam vrsta robe). U drugu robnu skupinu pripadaju: papir, cement, gnojivo, stočna hrana i ostala roba (ukupno pet vrsta robe). U treću robnu skupinu pripadaju: voće i povrće i prehrambena roba (dvije vrste robe). U četvrtu robnu skupinu pripadaju žitarice. Petoj robnoj skupini pripada plinsko ulje (nafta), a šestoj skupini metalurgija.

Prijevozni tereti koji se prevozi u ovome transportnom procesu su mineralna vuna (tj. u praksi se još podrazumijeva kamena vuna i staklena vuna), role limova te cement i vapno. Sav taj teret koji se prevozi u ovome prijevoznom procesu pripada u prvu robnu skupinu, samo sto cement pripada u drugu robnu skupinu i prevozi se na paletama.

3.1. Mineralna vuna

Prvi teret koji se prijevozi u prijevoznom procesu je mineralna vuna od firme „Rockwool“. Mineralna vuna je izolacijski materijal mineralnog porijekla za toplinsku, zvučnu i protupožarnu izolaciju u građevinarstvu, industriji i brodogradnji. Ima visoku otpornost na požar, parapropusna je i djelomično vodootporna. Otporna je na starenje i raspadanje, te u pregradnim zidovima za zvučnu zaštitu. Jedino mjesto gdje se ne preporuča je za izolaciju podrumskih zidova pod zemljom.

Prevozi se na jednokratnim paletama dimenzije 2130x1230 mm. Teret je valjkastog oblika tako da se na paletu slaže po dužini palete pet roli, a po širini dvije role i u visinu u dva reda, ali na ta dva reda slaže se još po pet komada roli vune što se vidi iz navedene slike 9. Ukupno na paletu stane 25 roli mineralne vune.



Slika 6. Mineralna vuna

Izvor: [11]

3.2. Vapno i cement

Drugi prijevozni supstrat koji se prevozi u ovom transportnom procesu su vreće dimenzije 40x29 cm i mase po vreći od 25 kg za vreće od cementa, te vreće dimenzije 45x30 cm i mase po vreći od 40 kg za vapno. Vreće se slažu na EURO paletu dimenzije 800 x 1200 mm.

Vapno ili kreč (klak) je građevinski vezivni materijal. Dobiva se iz kamena vapnenca pečenjem u cilindričnim rotacionim pećima pri temperaturi oko 1000 do 1200 °C. Danas razlikujemo tri vrste vapna koje koristimo u građevinarstvu: živo vapno, gašeno vapno i hidratizirano vapno (slika 10).

Vapno se slaže na jednu paletu tako da stane 50 vreća, u 10 slojeva po 5 vreća.



Slika 10. Vapno složeno na paleti

Izvor: [13]

Cement je građevinski vezivni materijal dobiven usitnjavanjem i pečenjem vapnenca i lapora u fini prah. Koristi se za dobivanje mortova, žbuka i betona kada se miješa u

određenim omjerima s pijeskom, tucanikom i vodom. Prema kemijskom sustavu cement dijelimo na dvije skupine silikatne i aluminatne cimente (slika 11).

Vreće se slažu na EURO paletu dimenzije 800 x 1200 mm, na jednu paletu slaže se ukupno 49 vreća cementa , u 7 slojeva po 7 vreća



Slika 7. Cement složen na paleti

Izvor: [13]

3.3. Pocinčani lim valjkastog oblika

Treći prijevozni supstrat koji se prevozi u ovom transportnom procesu su pocinčani lim valjkastog oblika koje služe za tehničku izolaciju stambenih zgrada (slika 12).

Prevozi se na jednokratnim paletama dimenzije 120 x 90 cm. Teret je valjkastog oblika i na paletu se može složiti po dužini tri role lima, a po širini dvije role i u jednom redu zbog svoje velike vlastite težine ne može se slagati u visinu. Ukupno na paletu stane 6 roli pocinčanog lima valjkastog oblika.



Slika 8. Pocinčani lim valjkastog oblika

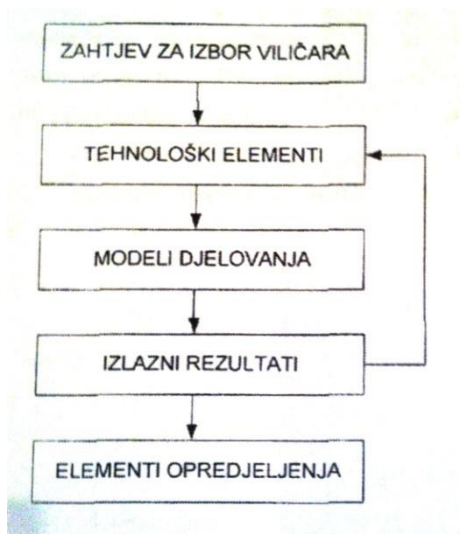
Izvor: [10]

4. ANALIZA POGODNOSTI PRIMJENE MANIPULACIJSKIH SREDSTAVA PREMA VRSTAMA PALETA

Manipulacijska sredstva se koriste kod utovara, pretovara, istovara, prijenosa i premještanja tereta. Manipulacijski procesi logističkim jedinicama prisutni su u svim tehnološkim fazama prometnog procesa. Manipulacijska sredstva predstavljaju bitan element tehničkog podsustava prometnog sustava. O njima ovisi efikasnost i efektivnost transportnog i prometnog sustava.

Pod dizalicama i prijenosnicima podrazumijevaju se sredstva koja se primjenjuju u procesu pretovara i prijenosa većih logističkih jedinica. Viličar može biti u funkciji prijenosnika i može poslužiti i kao dizalica s ograničenim djelovanjem.

Najkorištenije manipulacijsko sredstvo je viličar. Njegova primjena i uloga je gotovo nezamjenjiva u većini proizvodnih procesa, na terminalima i u skladištima.



Slika 9. Elementi procesa izbora viličara

Izvor: [14]

U procesu manipulacije supstrata na operativnom prostoru primjenom viličara postoje tri osnovna načina na kojima se temelji njihovo kretanje. Prvi način je da vozač viličara na početku radnog dana samostalno upravlja viličarom. Kod drugog načina operater na viličaru ima stalnu operativnu bežičnu vezu s operativnim centrom iz kojeg dobiva upute o radnim

zadacima koje će obavljati. Treći način je automatski proces manipulacije, upravljanje viličarom se ostvaruje daljinski.

U ovome prijevoznom procesu korištena su tri različita manipulacijska sredstva za tri različita tereta. Za prvi prijevozni teret tj. mineralnu vunu korišten je električni viličar za nisko podizanje Jungheinrich EJE 120. Drugo korišteno manipulacijsko sredstvo za ovaj prijevozni proces je hidraulična dizalica tj. kran na kamionu za utovar i istovar vapna i cementa u kamion i do krajnjeg korisnika. Te treće manipulacijsko sredstvo bilo je čeonu električni viličar Jungheinrich EFG 110 K.

4.1. Električni viličar za nisko

Manipulacijsko sredstvo u ovom tehnološkom procesu je električni viličar za nisko podizanje Jungheinrich EJE 120 (slika 13). Viličar postiže najbolje rezultate pri manipulaciji ambalažiranog tereta i tereta na paletama, posebno su ekonomični pomagači kod utovara i istovara paleta na kratkim udaljenostima. Glavna prednost je ta da zbog malih dimenzija može se gibati i u najužem prostoru.



Slika 10. Električni viličar za nisko podizanje

Izvor: [15]

Daljnja prednost je inovativni izmjenični motor za vožnju. Njegov optimirani stupanj omogućava veliku brzinu i jako ubrzanje, što su najbolji preduvjet za brz i djelotvoran pretovar robe. Uz brzinu tu je i mogućnost dugog rada, akumulatori kapaciteta do 250 Ah u kombinaciji s izvanrednim gospodarenjem energijom omogućavaju dugo vrijeme rada bez zamjene. Za rad duže od jedne smjene, akumulatori se mogu bočno vaditi zbog njihove brze zamjene. Dugačko rudo s nisko postavljenim zglobovima omogućava siguran rad.

4.2. Hidraulična dizalica – kran

Za dizanje različitih vrsta tereta na širem području rabe se cestovne i terenske autodizalice. Suvremene autodizalice su hidrauličke teleskopske dizalice (slika 14).



Slika 11. Kran na kamionu

Izvor: [16]

Pokretljivošću i prohodnošću te brzinom pripreme i sigurnosti dizanja, autodizalice ostvaraju znatni radni učinak na pretovarnim, montažnim i drugim radovima. Dizalicama manje nosivosti opremaju se često teretna vozila radi samoutovara i istovara robe tzv.

transportnim dizalicama. Sigurnost pri dizanju tereta postiže se podizanjem autodizalice na hidrauličke stope tzv. stabilizatore, i uporabom sigurnosnih uređaja dizalice, [17].

Hidraulična dizalica je stroj za podizanje tereta koji se sastoji od vitla, čelične užadi ili lanaca te kuka. Koriste se za podizanje i spuštanje, ali i za horizontalno pomicanje predmeta.

Razlikujemo dva načina montaže kрана na kamion: iza kabine i na kraju kamiona. Iz ovih skupina isključujemo autodizalice i kamione sa velikim kranovima koji imaju mali tovarni prostor, ali i oni služe samo za prijevoz opreme za dizanje, tako da i njih stavljamo u skupinu autodizalica.

4.3. Čeoni električni viličar

U trećem tehnološkom procesu je korišten čeoni električni viličar marke Jungheinrich EFG 110 K (slika 15). Ovaj viličar je optimalan za prekrcaj robe, postiže visoku učinkovitost, te nema visoke troškove održavanja. Uređaj je najbolji u svojoj klasi radi izrazito dobrih performansi, a lagano upravljanje vozilom je omogućeno hidrostatskim prijenosom. Vozilo postiže najbolje rezultate pri manipulaciji ambalažiranog tereta i tereta na paletama kao npr. u ovome primjeru za utovar i istovar paleta na kojima se nalaze pocinčani lim valjkastog oblika.



Slika 12. Čeoni električni viličar

Izvor: [18]

Karoserija je sastavljena od dvostrukih limova te je estetski konstruirana u obliku kutije. Duljina stroja iznosi 2719 mm, dok je širina 990 mm. Vlastita masa viličara je 2,5 t. Viličar se pokreće pomoću elektromotora i ima pogon na stražnje kotače. Krajnji rezultat toga je da viličar nema emisije ispušnih plinova. Maksimalna visina podizanja tereta iznosi 2,3 m, dok je nazivna nosivost 1t. Najveće prednosti stroja su velika okretnost i brzo manevriranje. Najveća brzina kretanja viličara pod teretom iznosi 12 km/h, dok najveća brzina kretanja viličara bez tereta iznosi 12,5 km/h. Brzina spuštanja tereta iznosi 0,58 m/s, dok vozilo podiže teret za otprilike 0,28 m/s. Prijenos je izveden pomoću hidrostatskog prijenosnika koji prilagođava snagu motora prema uvjetima rada. Pritiskom na papučicu gasa prijenosnik ubrzava ili smanjuje brzinu vozila.

5. ANALIZA UTJECAJA ZNAČAJKI PALETA NA KAPACITIVNO ISKORIŠTENJE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Unutar analize učinkovitosti prvo će se reći nešto o značajkama prijevoznih sredstava, te zatim će biti analiziran prvi proces prijevoza mineralna vuna od Nove Gradiške do Požege gdje treba dostaviti sav teret za ovaj prijevozni proces i to je prvi itinerar koji će biti obavljen, u drugom itineraru prevozit će se vapno i cement od Našica do Požege, te pocinčani lim valjkastog oblika u trećem itineraru od Pleternice do Požege. Sav teret se prevozi na paletama u prijevoznom sredstvu, te time olakšan utovar i istovar tereta. Analizirat će se itinerar kretanja prijevoznog sredstva te svaki pojedini obrt. Također će biti objašnjeni ostvareni prijevozni učinci i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstva.

5.1. Značajke prijevoznih sredstava

Cestovna prijevozna sredstva su motorna vozila i priključna vozila kojima se obavlja transport u putničkom odnosno teretnom prometu. Suvremeno i ekonomično dostavno vozilo mora ispunjavati neke zahtjeve, [1]:

- podobnost za razvijanje većih brzina kretanja i ubrzanja
- teretni prostor treba zapremiti što veći volumen u odnosu na cjelokupni volumen vozila
- pojedini agregati, mehanizmi i uređaji trebaju pružati punu garanciju u njihovu sigurnost
- opremljenost uređajima koji osiguravaju udobnost vozača i potrebnu sigurnost upravljanja
- konstrukcijski moraj biti ujedno i što jednostavniji
- troškovi eksploatacije što niži.

Prijevozno sredstvo kojim se transportni supstrat dostavlja do prvog odredišta je Mercedes-Benz ATEGO 1523 (slika 16). Prijevozno sredstvo se pokreće sa dizelskim motorom koji ima snagu od 170 kw (231 KS). Pogonska osovina vozila je zadnja, mjenjač motora je automatski, a kočenje se vrši disk kočnicama. Najvažniji dio vozila je veliki teretni

prostor koji posebno odgovara prijevozu transportnog supstrata (vreća na paletama). Vozilo je tako konstruirano da se teret lako ukrcava i iskrcava, tj može se „sam“ utovariti zbog toga što imam rampu za ukrcaj i iskrcaj tereta u teretno vozilo. Karakteristike teretnog vozila prikazana je tablicom 1:

Tablica 1. Karakteristike vozila 1

Dužina (mm)	7600
Širina (mm)	2480
Visina (mm)	2400
Masa praznog vozila (kg)	7300
Maksimalna brzina (km/h)	80
Nazivna nosivost (kg)	12700



Slika 13. Mercedes-Benz Atego 1523

Izvor: [19]

Drugo prijevozno sredstvo kojim se transportni supstrat dostavlja do odredišta je Renault 320.26 6x2 kamion s kranom (slika 17). Prijevozno sredstvo se pokreće sa dizelskim motorom

koji imam snagu od 235 kw (320 KS). Najvažniji dio vozila je veliki teretni prostor koji posebno odgovara prijevozu transportnog supstrata kao npr. u ovom slučaju vapno i cement (složene vreće na paletama). Vozilo je tako konstruirano da se teret lako ukrcava i iskrcava, tj može se „sam“ utovariti zbog toga što imam kran Fassi 150 A ugrađen na zadnjem dijelu vozila (kao što se može vidjeti sa slike). Karakterizacija teretnog vozila prikazana je tablicom 2:

Tablica 2. Karakteristike vozila 2

Dužina (mm)	6800
Širina (mm)	2400
Visina (mm)	1350
Masa praznog vozila (kg)	15450
Maksimalna brzina (km/h)	80
Nazivna nosivost (kg)	12800



Slika 14. Renault 320.26 kamion s kranom Fassi 150A

Izvor: [20]

Te treće prijevozno sredstvo kojim se transportni supstrat dostavlja do odredišta je IVECO Eurocargo ML120E25 (slika 18). Prijevozno sredstvo se pokreće sa dizelskim motorom koji

imam snagu od 183 kw (250 KS). Mjenjač motora je ručni, a kočenje se vrši disk kočnicama. Najvažniji dio vozila je veliki teretni prostor koji posebno odgovara prijevozu transportnog supstrata na paletama. Teretni prostor je tako konstruiran da teret na paletama se brzo i efikasno ukrcava i iskrcava iz teretnog prostora. Konstruiran je tako da pri ukrcaju i iskrcaju tereta na paletama (role limova), teret se ukrcava tako da se cerada koja je na tovarnom prostoru podigne i spusti pri završetku ukrcaja i istovaru tereta. Karakterizacija teretnog vozila prikazana je tablicom 3:

Tablica 3. Karakteristike vozila 3

Dužina (mm)	7400
Širina (mm)	2470
Visina (mm)	2400
Masa praznog vozila (kg)	12000
Maksimalna brzina (km/h)	80
Nazivna nosivost (kg)	6000



Slika 15. IVECO Eurocargo ML120E25

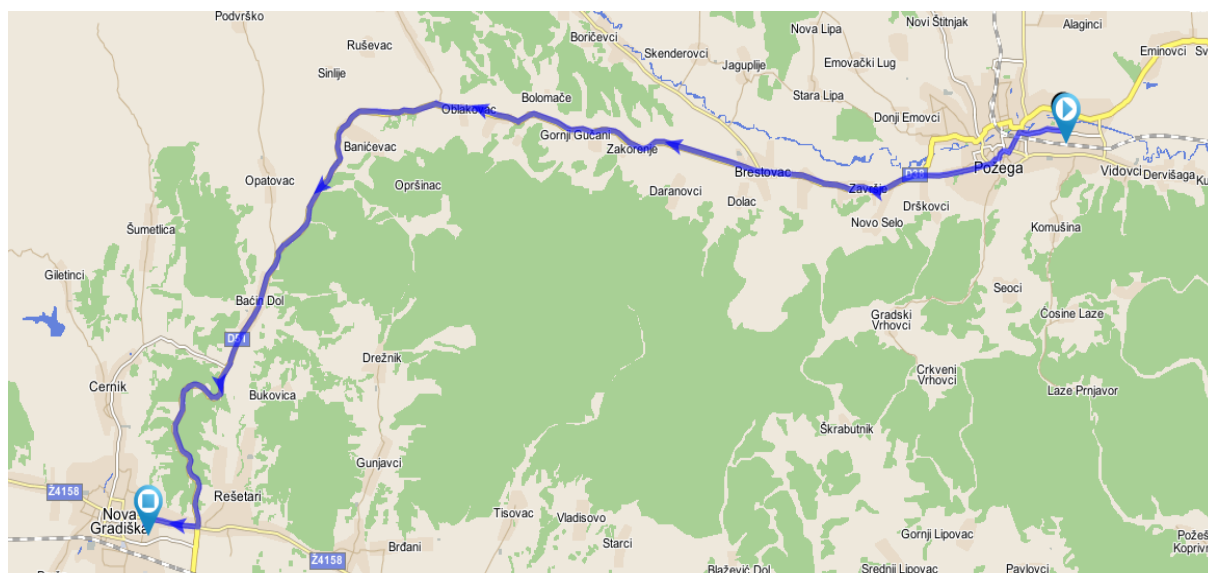
Izvor: [21]

5.2. Prikaz itinerara kretanja prijevoznih sredstava

Kretanje prvog prijevoznog sredstva u obrtu A prikazan je slikom 19. i tablicom 4., odakle je prijevozno sredstvo krenulo i dokle treba da stigne do odredišta i ponovno vraćeno na početno mjesto.

Tablica 4. Itinerar pri prvom obrtu A

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. garaža	Industrijska 28 a, Požega
2.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28, Požega
3.	ISOVER	Grgura Ninskog 7, N. Gradiška
4.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28 a, Požega



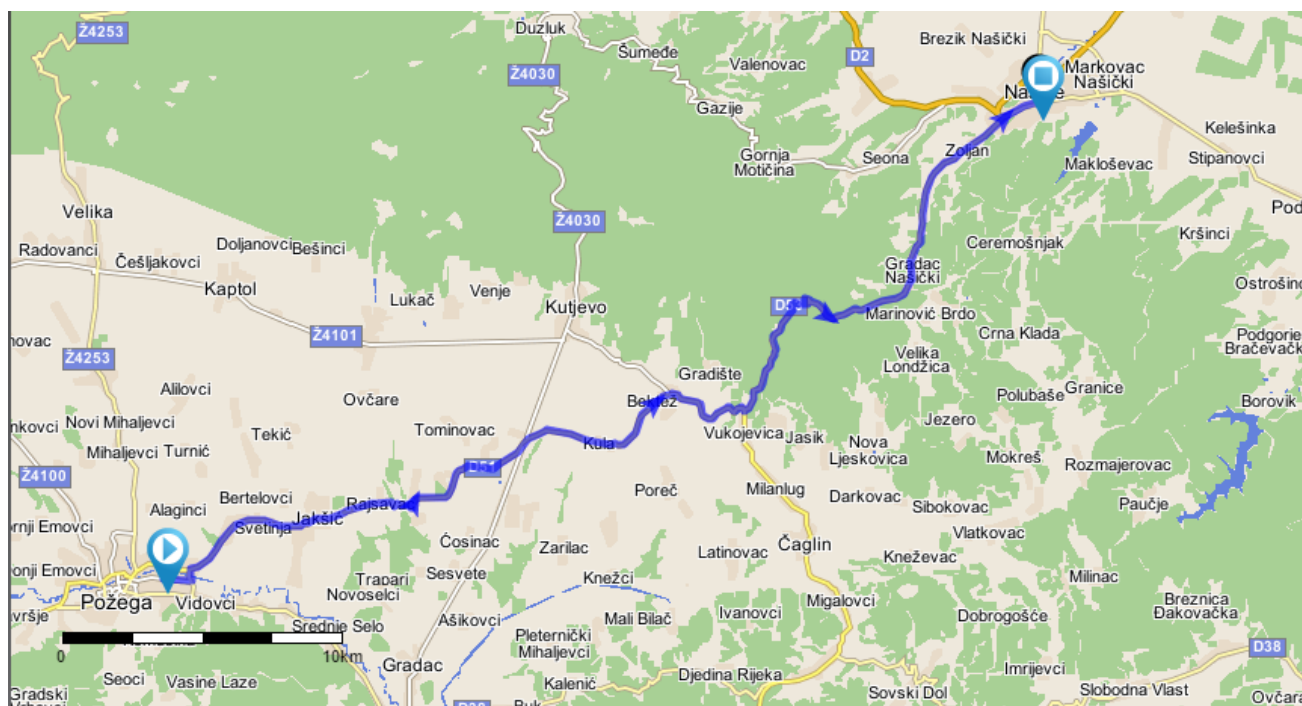
Slika 16. Prikaz itinerara pri prvom obrtu A

Izvor: [22]

Kretanje drugog prijevoznog sredstva u obrtu B prikazan je slikom 20. i tablicom 5., odakle je prijevozno sredstvo krenulo i dokle treba da stigne do odredišta i ponovno vraćeno na početno mjesto.

Tablica 5. Itinerar pri drugom obrtu B

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. garaža	Industrijska 28 a, Požega
2.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28, Požega
3.	Nexe Grupa	Vinogradska 6, Našice
4.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28 a, Požega



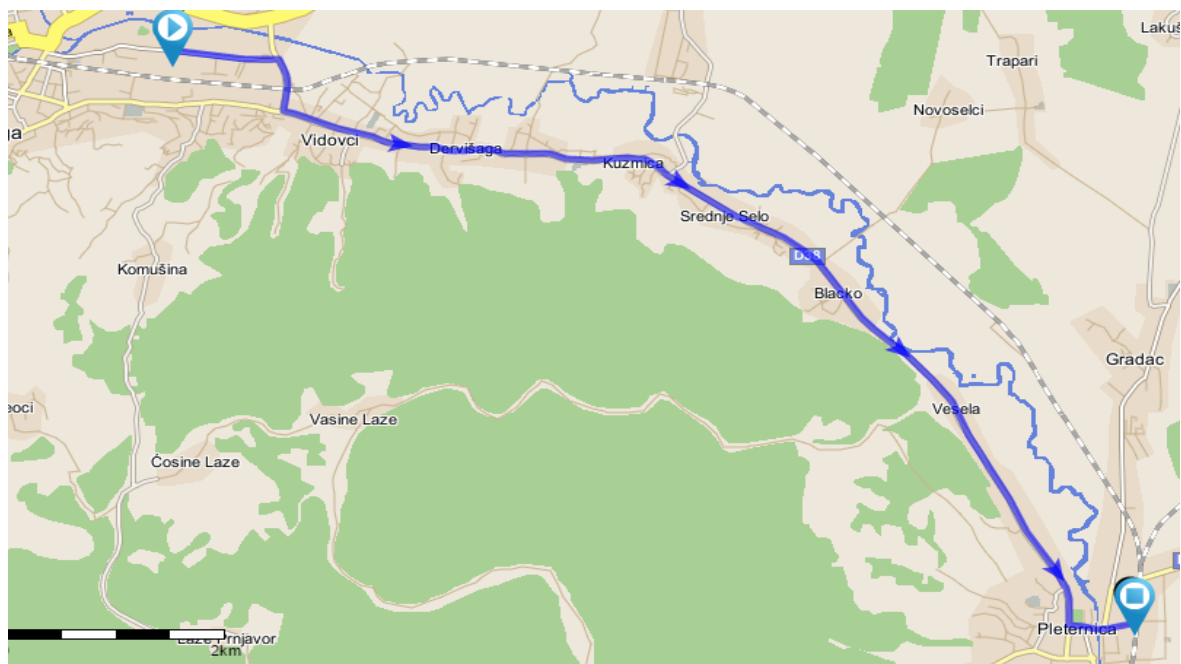
Slika 17. Prikaz itinerara pri drugom obrtu B

Izvor: [22]

Kretanje trećeg prijevoznog sredstva u obrtu C prikazan je slikom 21. i tablicom 6., odakle je prijevozno sredstvo krenulo i dokle treba da stigne do odredišta i ponovno vraćeno na početno mjesto.

Tablica 6. Itinerar pri trećem obrtu C

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. garaža	Industrijska 28 a, Požega
2.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28, Požega
3.	TOFRADO d.o.o.	Ul. Vladimira Nadzora 9, Pleternica
4.	PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	Industrijska 28 a, Požega



Slika 18. Prikaz itinerara pri trećem obrtu C

Izvor: [22]

5.3. Detaljna analiza pojedinih procesa obrta

Potrebno je tablično prikazati hodogram svakog pojedinog procesa obrta, redni broj aktivnosti, vrijeme trajanja aktivnosti, količinu robe, udaljenost prijevoza i manipulaciju te brzina kretanja vozila.

Tablica 7. Analiza prvog procesa - obrta A

Prvi obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
PROMET GRAĐENJE d.o.o. - ISOVER	v_n u i p v_n	t [min]	q [t]	L [km]	V_p [km/h]	t_{v_n} t_{ui} t_v [min]	L_n L_t L_p [km]	U [tkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{v_n G u1}$	v_n	33		33,0	60,00	36	33,3	
ISOVER (ukrcaj)	$u1$	12	2.250	0,12	0,60	22	33,0	
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (prijevoz)	$p1$	33	2.250	33,0	60,00	33	0,0	74,25
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (iskrcaj)	$i1$	10	2.250	0,08	0,48			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n i1 G}$	v_n	3	0	0,3	6,00			
Ukupno		91	2.250	66,5				74,25

Tijekom prvog obrta prevozi se mineralna vuna na relaciji Nova Gradiška - Požega. Prevozi se 2250 kg mineralne vune složene na ukupno šest paleta u zatvorenom teretnom prostoru. Udaljenost prijevoza iznosi 33 km u jednom smjeru.

Tablica 8. Analiza drugog procesa - obrta B

Drugi obrt (jednostavni)	aktivnost v_n i	vrijeme t [min]	teret q [t]	put L [km]	brzina V_p [km/h]	vrijeme t_{v_n} t_{ui} t_v [min]	put L_n L_t L_p [km]	učinak U [tkm]
PROMET GRAĐENJE d.o.o. - Nexe Grupa	v_n p i							
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (p. nulta vožnja) $t_{v_n G u1}$	v_n	42		44,0	62,86	45	44,3	
Nexe Grupa (ukrcaj)	$u1$	32	10.900	0,12	0,23	56	44,0	
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (prijevoz)	$p1$	42	10.900	44,0	62,86	42	0,0	479,60
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (iskrcaj)	$i1$	24	10.900	0,08	0,20			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n i1 G}$	v_n	3	0	0,3	6,00			
Ukupno		143	10.900	88,5				479,60

Tijekom drugog obrta prevozi se vapno i cement iz tvornice cementa Nexe Grupe iz Našica. Prijevoz robe se odvija na relaciji Našice – Požega prijevoznim sredstvom otvorenog teretnog prostora s kranom radi brzog utovara i istovara robe. Ukupno treba prevesti četiri palete vapna i četiri palete cementa, ukupne mase 10 900 kg. Udaljenost prijevoza u jednom smjeru iznosi 44 km.

Tablica 9. Analiza procesa - obrta C

Treći obrt (jednostavni)	aktivnost v_n i	vrijeme t [min]	teret q [t]	put L [km]	brzina V_p [km/h]	vrijeme t_{v_n} t_{ui} t_v [min]	put L_n L_t L_p [km]	učinak U [tkm]
PROMET GRAĐENJE d.o.o. garaža - PROMET GRAĐENJE d.o.o. skladište	v_n p i							
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (p. nulta vožnja) $t_{v_n G u1}$	v_n	15		15,0	60,00	18	15,3	
TOFRADO d.o.o. (ukrcaj)	$u1$	24	5.760	0,08	0,20	44	12,0	
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (prijevoz)	$p1$	15	5.760	12,0	48,00	15	0,0	69,12
PROMET GRAĐENJE d.o.o. (iskrcaj)	$i1$	20	5.760	0,06	0,19			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n i1 G}$	v_n	3	0	0,3	6,00			
Ukupno		77	5.760	27,4				69,12

Na trećem obrtu prevoze se pocinčani lim valjkastog oblika na relaciji Pleternica – Požega. Prevozi se ukupno 8 paleta na kojima su složene role limova, koje ukupno imaju masu od 5760 kg. Ukupna udaljenost puta iznosi u jednom smjeru 12 km.

5.4. Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava

Informacije o uspješnosti djelovanja prijevoznih sredstava mogu upozoravati na subjektivne slabosti nositelja operativnog procesa, ali i na slabosti uvjetovane objektivnim ograničenjima, stoga se analizom pokazatelja rada prijevoznih sredstava mogu detektirati, a potom eventualno i otkloniti poremećaji u odvijanju prijevoznih procesa. Koeficijenti vremenske analize djelovanja prijevoznih sredstava su :

- koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava
- koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava
- koeficijent angažiranosti ispravnih prijevoznih sredstava
- koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava tijekom dana
- koeficijent iskorištenja vožnje.

Koeficijenti analize prijednog puta prijevoznih sredstava su :

- koeficijent iskorištenja prijednog puta pod teretom
- koeficijent nultog prijednog puta.

Koeficijenti statičkog opterećenja su:

- koeficijent statičkog opterećenja nazivne nosivosti
- koeficijent dinamičkog opterećenja nazivne nosivosti.

5.4.1. Koeficijenti vremenske analize α_{AD} i α_V

Koeficijenti (α_{AD} i α_V) nam pokazuju postotni omjer trajanja rada u jednome danu.

5.4.1.1. Koeficijent angažiranosti prijevoznog sredstva tijekom dana (α_{AD})

Pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva ukazuje na udio broja radnih sati angažiranog prijevoznog sredstva u odnosu na sveukupno knjigovodstveno vrijeme

kojih je tijekom dana 24. Slijedom toga, koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava tijekom dana bio bi za jedno prijevozno sredstvo tijekom jednog dana prikazan formulom 1.

Formula 1: —

5.4.1.2 Koeficijent iskorištenja radnog vremena u funkciji vožnje (α_v)

Pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva koji ukazuje na udio vremena (sati) što ga vozilo provodi u vožnji u odnosu na ukupno radno vrijeme istog vozila.

Tablica 10. Vrijednost koeficijenta α_{ad} i α_v

α_{ad}	$= \Sigma Hr / 24 \times \Sigma Dr =$	0,225	$\alpha_{av} = \Sigma Hv / \Sigma Hr =$	0,582
α_{ad_1}	$= Hr / 24 \times Dr =$	0,064	$\alpha_{av_1} = Hv / Hr =$	0,741
α_{ad_2}	$= Hr / 24 \times Dr =$	0,105	$\alpha_{av_2} = Hv / Hr =$	0,576
α_{ad_3}	$= Hr / 24 \times Dr =$	0,056	$\alpha_{av_3} = Hv / Hr =$	0,407

Vrijednosti koeficijenata (α_{ad}) pokazuju kako je pojedinačna (po obrtima) angažiranost prijevoznih sredstava dosta mala u odnosu na ukupno knjigovodstveno vrijeme.

Vrijednosti koeficijenata (α_v) pokazuju da iskorištenje radnog vremena u funkciji vožnje u prvom obrtu iznosi 74,1 %.

5.4.2. Koeficijenti prijeđenog puta β i β_n

Koeficijenti (β i β_n) nam pokazuju na iskoristivost prijeđenog puta glede pojave supstrata na prijevoznom sredstvu.

5.4.2.1. Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod opterećenjem (β)

Pojam iskorištavanja prijeđenog puta (ili prijeđeni put prijevoznog sredstva s teretom i bez tereta) spoznao se pomoću koeficijenta (β), koji ukazuje na iskorištenost prijeđenog puta glede pojave supstrata na prijevoznom sredstvu, bez obzira na to u kojoj je mjeri iskorištena nazivna nosivost. Dakle, koeficijentom (β) iskazuje se udio prijeđenog puta pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put, pa će biti za jedno prijevozno sredstvo prikazan je formulom 2.

Formula 2: —

5.4.2.2. Koeficijent iskorištenja nultoga prijeđenog puta (β_n)

Koeficijent nultoga prijeđenog puta (β_n), svojevrsni je pokazatelj stupnja dislociranosti smještajnog prostora prijevoznih sredstava u odnosu na lokacije operativnih prostora, odnosno relacije prijevoza supstrata. Koeficijentom (β_n) iskazuje se udio nultoga prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu, a ovisno o predmetu istraživanja može poprimiti oblik za jedno prijevozno sredstvo prikazan je formulom 3.

Formula 3: —

Tablica 11. Vrijednosti koeficijenata β i β_N

$\beta = \Sigma L_t / \Sigma L =$	0,491	$\beta_n = \Sigma L_n / \Sigma L =$	0,509
$\beta_1 = L_t / L =$	0,499	$\beta_{n1} = L_n / L =$	0,510
$\beta_2 = L_t / L =$	0,499	$\beta_{n2} = L_n / L =$	0,510
$\beta_3 = L_t / L =$	0,444	$\beta_{n3} = L_n / L =$	0,447

Nulti prijeđeni put je malen jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka, te to pozitivno utječe na transportni proces na način da smanjuje ukupne transportne troškove. Ali je zbog toga nulta vožnja u potpunosti izjednačena sa vožnjom pod teretom, jer dostavljač od kojeg uzima se roba nema dostavu nego to sami moramo da obavimo, tj. sami moramo otići po tu robu do te firme.

5.4.3. Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti γ_s i γ_d

Mjerenje odstupanja opterećenja odnosno iskorištenosti nazivne nosivosti prema nazivnom opterećenju postiže se analizom koeficijenata statičkog i dinamičkog iskorištenja.

5.4.3.1. Koeficijent statičnog opterećenja (γ_s)

Koeficijent statičnog opterećenja prijevoznih sredstava (γ_s) je količnik koji se dobije dijeljenjem stvarnog i mogućeg (nazivnog) opterećenja λ predstavlja broj vožnji s teretom po

obrtu (u ovom slučaju $\lambda = 1$).Slijedom toga, koeficijent statičnog opterećenja za jednu vožnju bio bi prikazan formulom 4.:

Formula 4: —

gdje je:

- koeficijent statičkog opterećenja u smislu mase
- stvarno opterećenje prijevoznog sredstva (masa) [t]
- nazivno (max) opterećenje prijevoznog sredstva (masa) [t]

U praksi su veoma rijetki ili uopće ne postoje potpuno homogeni ustroji u kojih bi sva prijevozna sredstva bila iste nosivosti, bar ne u uvjetima djelovanja srednjih i velikih prijevoznčkih tvrtki. Takvo stanje uvjetuje da bi se i tu trebalo ponderirati koeficijent statičnog opterećenja za homogeni ustroj i dobiti njegovu prosječnu vrijednost.

5.4.3.2. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti (γ_d)

Koeficijent dinamičkog iskorištavanja korisne nosivosti prijevoznih sredstava (γ_d) je količnik koji se dobije dijeljenjem ostvarenog i mogućega prometnog učinka. To znači da za razliku od koeficijenta statičnog iskorištenja nazivne nosivosti koji se dobiva s pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje ne samo stvarno prevezenu robu, već i udaljenosti na kojima se roba prevozi. Dakle, nedostatno iskorištenje nazivne nosivosti prijevoznog sredstva utječe na gubitak prometnog učinka, i to sve više što je udaljenost prijevoza veća.

Koeficijent dinamičkog iskorištenja korisne nosivosti za jedno prijevozno sredstvo tijekom jedne vožnje s teretom bit će prikazan formulom 5.

Formula 5: — — —

Tablica 12. Vrijednost koeficijenta γ_s i γ_d

$\gamma_s = \Sigma Q / \Sigma qn \times \lambda =$	0,822
--	-------

$\gamma_d = \Sigma U / \Sigma qn \times Lt =$	0,822
---	-------

$\gamma_{s1} = Q / qn \times \lambda =$	0,450
---	-------

$\gamma_{d1} = U / qn \times Lt =$	0,450
------------------------------------	-------

$\gamma_{s2} = Q / qn \times \lambda =$	0,908
---	-------

$\gamma_{d2} = U / qn \times Lt =$	0,908
------------------------------------	-------

$\gamma_{s3} = Q / qn \times \lambda =$	0,960
---	-------

$\gamma_{d3} = U / qn \times Lt =$	0,960
------------------------------------	-------

Koeficijent statičkog iskorištenja nazivne nosivosti ima najveću vrijednost u trećem obrtu zbog najboljeg iskorištenja prijevoznog prostora koja se očituje od drugih rezultata, ali ne odstupa drugi obrt također isto zbog najboljeg iskorištenja teretnog prostora. Iako je u drugom obrtu prevezena veća količina tereta nego sve skupa što je prevezeno u prvom i trećem obrtu, vrijednost koeficijenta je veća zbog odnosa stvarnog i dopuštenog nazivnog opterećenja odnosno veće iskorištenosti kapaciteta. Ukupna vrijednost koeficijenata statičkog iskorištenja nazivne nosivosti od (82,2 %) je pokazatelj vrlo dobre iskorištenosti korisnog opterećenja.

Vrijednost koeficijenata dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti podudaraju se sa vrijednostima prethodno navedenog koeficijenta. Najveća vrijednost ovog koeficijenta je u trećem obrtu zbog najboljeg iskorištenja nazivnog prostora, dok je najmanja u prvom obrtu radi toga što je roba velikog obujma, a male mase.

6. USPOREDNA ANALIZA UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA S PRIMJENOM RAZLIČITIH VRSTA PALETA

Analiza učinkovitosti prijevoznih procesa s primjenom različitih vrsta paleta obuhvaća usporedne analize vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa. Svaka ta usporedba određena je s drugim parametrima za izračun konačnih rezultata za dobivanje analize učinkovitosti prijevoznih procesa, kojim se dobije ukupna ocjena za pojedini proces prijevoza. Na kraju je prikazan ukupan pregled ocjena učinkovitosti prijevoznog procesa za A, B i C.

6.1. Usporedna analiza vremenske učinkovitosti prijevoznih procesa

Vremenska analiza učinkovitosti prijevoznih procesa izražena je u minutama za pojedini proces prijevoza jedne palete. Samo proces se sastoji od ukrcaja, iskrcaja i prijevoza robe, obrta A, B i C te ukupnog prosjeka ocjena tih procesa. Svaki proces izražen je ocjenom, koja je dobivena ukupnim zbrojem sva tri procesa i podijeljena sa brojem tri (ukupno ima tri obrta A, B i C). Te dobivene ocijene zbrojene su i na kraju je dobivena ukupna ocjena za svaki pojedini obrt. Dobivene vrijednosti izražene su u tablici 13.

Tablica 13. Vremenska učinkovitost prijevoznog procesa

Proces	A	B	C	PROSJEK
UKRCAJ (min)	2	4	3	3
OCJENA	0,67	1,33	1,00	
ISKRCAJ (min)	1,67	3,00	2,50	2,39
OCJENA	0,69	1,25	1,05	
PRIJEVOZ (min)	33	42	15	30
OCJENA	1,10	1,40	0,50	
UKUPNA OCJENA	2,46	3,98	2,55	3,00

Iz dobivenih rezultata tablice može se vidjeti da za ukrcaj je prosjek tri minute. Prema tome zaključuje se da roba najbrže ukrcava u obrt A, dok za obrt B za razliku od obrta A to traje duplo više vremenski. Obrt C je isti sa prosjekom ukrcaja robe za sve obrte. Sam iskrcaj isti je kao i ukrcaj robe, najbrže se iskrca za obrt A dok za obrt B to traje duplo više vremenski. Prosjek za prijevoze A, B i C traje ukupno 30 min, i iz toga se vidi da obrt C je

najbolji i manji je od prosjeka ukupnog prijevoza. Dok obrt A i B su nešto iznad prosjeka, jer je veća udaljenost i odmah se to vidi na rezultatima.

Što su veće dimenzije paleta, to se brže ukrca količina robe u teretni prostor za pojedine obrte, kao što se vidi iz samih rezultata vremenske učinkovitosti.

Iz ukupne ocjene za pojedine obrte vidi se da je prosjek ocjena tri. Po svim vrijednostima ocjena za ukrcaj, iskrcaj i prijevoz, najbolji je po vremenskoj učinkovitosti obrt A, zatim slijedi obrt C i na kraju je najlošiji obrt B.

6.2. Usporedna analiza prostorne učinkovitosti prijevoznih procesa

Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa izražena je u metrima za ukrcaj i iskrcaj, a za prijevoz robe to je izraženo u kilometrima. Proces se sastoji od ukrcaja, iskrcaja i prijevoza robe, obrta A, B i C te ukupnog prosjeka ocjena tih procesa. Svaki proces izražen je ocjenom, koja je dobivena ukupnim zbrojem sva tri procesa i podijeljena sa brojem tri (ukupno ima tri obrta A, B i C). Te dobivene ocijene zbrojene su i iz toga dobivena ukupna ocjena za svaki pojedini obrt. Dobivene vrijednosti izražene su u tablici 14.

Tablica 14. Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa

Proces	A	B	C	PROSJEK
UKRCAJ (m)	20	15	10	15
OCJENA	1,33	1,00	0,67	
ISKRCAJ (m)	10,00	10,00	7,50	9,17
OCJENA	1,09	1,09	0,82	
PRIJEVOZ (km)	33	42	12	29
OCJENA	1,14	1,45	0,41	
UKUPNA OCJENA	3,56	3,54	1,90	3,00

Iz rezultata za ukrcaj robe može se vidjeti da je roba u prosjeku od prijevoznog sredstva udaljena 15 metara. Ocjena za obrt C je ispod prosjeka, jer je roba koja treba biti ukrcana najmanje udaljena od prijevoznog sredstva. Ali za obrt A udaljenost je iznad prosjeka jer roba koja treba biti ukrcana u teretni prostor nalazi nešto dalje od transportnog sredstva. Obrt B je isti sa prosjekom svih obrta. Iskrcaj robe u pravilu je vremenski i prostorno nešto kraći od ukrcaja robe. Vidi se iz tablice da iskrcaj prostorno najmanji kod obrta C dok kod obrta A i B

on je malo nešto iznad prosjeka svih ukupno zbrojenih obrta i podijeljenim brojem tri (imamo tri obrta). Prijevoz robe najudaljeniji je kod obrta B, a kod obrta C on je najkraći. Pa iz prosjeka ocjena za prijevoz vidi se da je obrt C najbolji, a obrt B je najlošiji.

Iz ukupnih ocjena za prostornu učinkovitost prijevoznih sredstava vidi se da je prosjek ocjena tri. Prema tome najbolju vrijednost ima obrt C, dok između obrta B i A nema velike razlike.

6.3. Usporedna analiza kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa

Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa određuje se pomoću mase i volumena, te u konačnici pomoću ukupnih ocjene dobivenih za pojedine obrte. Masa je izražena u tonama prevezenog tereta za pojedine obrte. Ukupan prosjek za masu dobije se tako da se zbroji sav teret prevezen u svakom obrtu kroz ukupan broj obrta. Volumen za kapacitivnu učinkovitost prijevoznih procesa izražen je u m^3 . Dobije se tako da se pomnoži ukupna dužina, širina i visina tovarnog prostora ($d \times š \times v$). Prosjek ukupnih ocjena za volumen dobije se zbrojem ukupnog volumena za pojedini obrt i podijeljen s brojem tri. Ukupna ocjena za masu i volumen za pojedini obrt dobije se zbrojem te dvije vrijednosti. Dobivene vrijednosti izražene su u tablici 15.

Tablica 15. Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa

Proces	A	B	C	PROSJEK
MASA (t)	2,25	10,90	5,76	6,30
OCJENA	0,36	1,73	0,91	
VOLUMEN (m3)	45,23	22,03	43,86	37,04
OCJENA	1,22	0,59	1,18	
UKUPNA OCJENA	1,58	2,32	2,10	2,00

Rezultati iz tablice 15. ukazuju da ukupna masa u prosjeku za sve obrte iznosi 6,30 tona po obrtu prevezene robe. Prosjek je toliki velik jer u drugom obrtu B prevezeno je najviše robe, dok obrt A i C kada se zbroje nemaju toliko veliku količinu prevezene robe zajedno. Iz ukupnog prosjek ocjene za masu vidi se da obrt A najbolji je za razliku od obrta B i C. Dok obrt B ima najveću vrijednost i tu se vidi da je najlošiji. Obrt C je u rangi sa ukupnim

prosjekom prevezene robe. Iz rezultata za volumen vidljiv je prosjek ukupnog volumena iznosi 37,04 m³. Po volumenu prevezene robe vidi se da je najbolji obrt B, koji je po masi bio najlošiji. Dok obrt A po volumenu je najlošiji obrt u ovome slučaju.

Iz ukupnih ocjena za kapacitivnu učinkovitost prijevoznih sredstava vidi se da je prosječna ocjena dva. Prema tome najbolju vrijednost ima obrt A, dok obrt C je nešto malo iznad prosjeka. Ali obrt C u ovome slučaju po masi i volumenu prevezene robe je najlošiji.

6.4. Pregled ocjena ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A,B i C

Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C prikazane su tablicom 16., iz koje se može vidjeti ocjene po pojedinim obrtima za vremensku, prostornu i kapacitivnu učinkovitost, te ukupna ocjena dobivena za pojedini obrt zbrojem vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa. U tablici 16. je izražen i prosjek tih ocjena iz kojeg se lako odredi koji je obrt najbolji, a koji najlošiji.

Tablica 16. Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C

Proces	A	B	C	PROSJEK
VREMENSKA	2,46	3,98	2,55	3,00
PROSTORNA	3,56	3,54	1,90	3,00
KAPACITIVNA	1,58	2,32	2,10	2,00
UKUPNA OCJENA	7,6	9,84	6,55	8,00

Iz tablice 16. ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa vidi se da po vremenskoj učinkovitosti obrt A je manji od prosjeka, te on je u tom procesu najbolji. Po prostornoj učinkovitosti vidljivo je da obrt C je manji od prosjeka, te je on u tome procesu najbolji. Dok kod kapacitivne učinkovitosti obrt A je manji od prosjeka ukupnih ocjena, te u tom procesu on je najbolji. Prosjek za ukupnu ocjenu iznosi 8,00.

Iz ukupne ocjene koja je dobivena zbrojem vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti i prosjeka obrta vidljivo je da obrt C je manji od samog prosjeka te je on najbolji po sve tri kategorije (vremenska, prostorna i kapacitivna učinkovitost). Obrt A nalazi se u zlatnoj sredini između obrta C koji je najbolji i obrta B koji je iznad prosjeka te je on najlošiji.

Kod obrt B je dosta iznad prosjeka ukupnih ocjena, te može se reći da je najlošiji obrt po vremenskoj, prostornoj i kapacitivnoj učinkovitosti.

7. ZAKLJUČAK

Kod ukrcaja robe u teretni prostor posebno treba pripaziti na način slaganja paleta na prijevozno sredstvo, kako bi se iskoristile gabaritne dimenzije transportnog uređaja pri tome da ne dođe do pretovara prijevoznog sredstva. Sam cilj paletizacije je okrupnjavanje više manjih pošiljaka u jednu veću, koja zbog standardnih dimenzija omogućuje: olakšano manipuliranje i smještaj u teretni prostor prijevoznog sredstva, značajno ili potpuno smanjenje potrebe za ljudskim radom tijekom postupaka manipulacije i povećanje iskorištenja resursa (prostor i angažirana mehanizacija).

Tijekom predmetnih obrta procesi utovara i istovara robe na prijevozna sredstva korištena su tri različita manipulacijska sredstva. Prvo manipulacijsko sredstvo obrta A je električni viličar za nisko podizanje Jungheinrich EJE 120. Najbolje rezultate postiže pri manipulaciji ambalažiranog tereta i tereta na paletama, posebno su ekonomični pomagači kod utovara i istovara paleta na kratkim udaljenostima. Drugo manipulacijsko sredstvo obrta B je hidraulična dizalica - kran. Svojom pokretljivošću i prohodnošću te brzinom pripreme i sigurnosti dizanja ostvaruje znatni radni učinak na pretovarne, montažne i druge radove. Treće manipulacijsko sredstvo obrta C je čeon električni viličar marke Jungheinrich EFG 110K. Ovaj viličar je gotovo optimalan za prekrcaj robe, postiže visoku učinkovitost, te nema visoke troškove održavanja. Vozilo postiže najbolje rezultate pri manipulaciji ambalažiranog tereta i tereta na paletama, kao u ovom primjeru utovara i istovara paleta sa pocinčanim limovima valjkastog oblika.

Za svaki od predmetnih procesa prijevoza roba korištena su različita prijevozna sredstva. Prvo prijevozno sredstvo, obrt A, je Mercedes-Benz ATEGO 1523. Najveća prednost vozila je veliki teretni prostor koji omogućuje brz i efikasan utovar i istovar tereta preko ukrcajno-istovarne rampe. Korištena je jednokratna paleta dimenzija 2130 x 1230 mm. Nosivost joj može biti do 1000 kg, zbog svojih većih dimenzija može nositi teret većeg volumena, a manje mase. Kada bih nosila teret veće mase, a manjeg volumena došlo bih do loma same palete, nije namijenjena za takav teret.

Drugo korišteno prijevozno sredstvo obrta B je Renault 320.26, vozilo koje, osim velikog teretnog prostora, raspolaže i sa ugrađenim kranom na stražnjem dijelu vozila, što omogućuje samoutovar i samoistovar. Paleta dimenzija 800 x 1200 mm, tj. EURO paleta namijenjena je

teretu velike mase koja se isključivo slaže na ovu vrstu palete. Radi toga što svojim dimenzijama i nosivosti pogodna za sve vrste tereta.

Posljednje korišteno prijevozno sredstvo je IVECO Eurocargo ML120E25. Najvažnija značajka vozila je veliki teretni prostor s ceradom, koji je konstruiran da se teret na paletama treće vrste (dimenzija: 120 x 90 mm) može brzo ukrcati i iskrcati. Paleta se koristi jednom u prijevoznom procesu (jednokratna), a sastavljena je od dasaka. Dimenzije palete su male, zbog toga da može primiti teret veće mase, a maloga volumena. Pritom upravo cerada svojim dizanjem i spuštanjem omogućuje kratkotrajne početno-završne aktivnosti pri utovaru-istovaru, čemu dodatno u prilog idu dimenzije korištenih paleta.

Iz analize ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C može se zaključiti da je po vremenskoj učinkovitosti obrt A najbolji, jer što su dimenzije tereta veće, brže se obavlja utovar, a time se popunjava i veći dio teretnog prostora prijevoznog sredstva. Dok kod prostorne učinkovitosti vrijedi: što je paleta manja i udaljenost utovara i istovara kraća, roba se brže ukrcava, odnosno, iskrcava iz teretnog prostora. Kod kapacitivne učinkovitosti vrijedi: što je volumen palete s teretom veći, to se lakše i brže popunjava teretni prostor, time se postiže veće kapacitivno iskorištenje prijevoznog procesa.

POPIS LITERATURE

- [1] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanja iz kolegija „Tehnologija cestovnog prometa“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.
- [2] <http://www.njuskalo.hr/image-bigger/kamionske-prikolice/bdf-izmjenjivi-sanduk-krone-slika-21653151.jpg> (svibanj, 2015.)
- [3] <http://www.njuskalo.hr/image-bigger/kamioni-tegljaci/izmjenjivi-bdf-sanduk-krone-slika-14430021.jpg> (svibanj, 2015.)
- [4] <http://media.machinerypark.com/offer/images/ed/40/1280-960/e0b2ba146424709321.jpg> (svibanj, 2015)
- [5] <http://www.selidbe.biz/userfiles/kontejner.jpg> (svibanj, 2015.)
- [6] Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [7] https://www.regalemployment.net/uploads/4/2/8/9/42892797/s648511706714613828p4_i1_w2000.jpeg (svibanj, 2015)
- [8] J. Mađarić: Međunarodna špedicija. Višja pomorska šola, Piran, str. 184.
- [9] <http://sapril.cz/sites/default/files/cms/dreveneobaly/europaleta.jpg> (svibanj, 2015.)
- [10] Kiesewetter GmbH, fotografirao autor (svibanj, 2015)
- [11] Klaić, B.: Rječnik stranih riječi, Nakladni zavod Matice Hrvatske, Zagreb, 1983., p. 1282
- [12] Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [13] Skladište trgovine Color, fotografirao autor (kolovoz, 2015.)
- [14] Županović I.: Tehnologija cestovnog prijevoza, Zagreb, 2002., str. 134.
- [15] http://www.jungheinrich.com/uploads/jh_importer/assets_product_6015_en_ZKW___image___link---1/EJE_220_S_0179.JPG (lipanj, 2015.)
- [16] <http://www.doosovljanski.com/slike/kamion2velika.jpg> (srpanj, 2015)
- [17] Mikulić, D.: Građevinski strojevi- konstrukcija, proračun i uporaba, Zagreb, 1998., str. 204.
- [18] http://www.jungheinrich.com/uploads/jh_importer/assets_product_5365_en-ZKW___image___link---1/EFG_110_S_0001.JPG (srpanj, 2015.)
- [19] http://www.truck1.eu/img/Truck_Closed_box_Mercedes_Benz_Atego_1523_Koffer_Sclfkabine_6_Sitzen_LBW_3t-xxl-228/228_7058561151652.jpg (kolovoz, 2015.)

- [20] <http://www.njuskalo.hr/kamioni-ostalo/renault-320.26-6x2-kamion-kranom-oglas-11411774> (kolovoz, 2015.)
- [21] [http://i.ebayimg.com/00/s/NjgyWDEwMjQ=/z/mAQAAOSwnDZT-wYr/\\$_27.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/NjgyWDEwMjQ=/z/mAQAAOSwnDZT-wYr/$_27.JPG) (kolovoz, 2015.)
- [22] <http://www.mireo.hr> (srpanj, 2015.)

POPIS SLIKA I TABLICA

Popis slika

Slika 1. Izmjenjivi transportni sanduk.....	2
Slika 2. Izmjenjivi transportni sanduk na nauglicama	3
Slika 3. Izmjenjivi transportni sanduk sa klimom	3
Slika 4. Kontejner.....	4
Slika 5. Paketi.....	6
Slika 8. Mineralna vuna	12
Slika 10. Cement složen na paleti	14
Slika 11. Pocinčani lim valjkastog oblika	15
Slika 12. Elementi procesa izbora viličara	16
Slika 13. Električni viličar za nisko podizanje	17
Slika 14. Kran na kamionu	18
Slika 15. Čeoni električni viličar	19
Slika 16. Mercedes-Benz Atego 1523	22
Slika 17. Renault 320.26 kamion s kranom Fassi 150A	23
Slika 18. IVECO Eurocargo ML120E25	24
Slika 19. Prikaz itinerara pri prvom obrtu A	25
Slika 20. Prikaz itinerara pri drugom obrtu B	26
Slika 21. Prikaz itinerara pri trećem obrtu C	27

Popis tablica

Tablica 1. Karakteristike vozila 1.....	22
Tablica 2. Karakteristike vozila 2.....	23
Tablica 3. Karakteristike vozila 3.....	24
Tablica 4. Itinerar pri prvom obrtu A	25
Tablica 5. Itinerar pri drugom obrtu B	26
Tablica 6. Itinerar pri trećem obrtu C	26
Tablica 7. Analiza prvog procesa - obrta A.....	27

Tablica 8. Analiza drugog procesa - obrta B	28
Tablica 9. Analiza procesa - obrta C	28
Tablica 10. Vrijednost koeficijenta α_{ad} i α_v	30
Tablica 11. Vrijednosti koeficijenata β i β_N	31
Tablica 12. Vrijednost koeficijenta γ_s i γ_d	33
Tablica 13. Vremenska učinkovitost prijevoznog procesa.....	34
Tablica 14. Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa	35
Tablica 15. Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa	36
Tablica 16. Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C.....	37



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

METAPODACI

Naslov rada: Utjecaj značajki paleta na učinkovitost prijevoznih procesa

Autor: Antonio Jurić

Mentor: mr. sc. Veselko Protega

Naslov na drugom jeziku (engleski):

Pallet Features Impact on Transport Processes Efficiency

Povjerenstvo za obranu:

- izv. prof. dr. sc. Marijan Rajsman, predsjednik
- mr. sc. Veselko Protega, v. pred., mentor
- dr. sc. Hrvoje Pilko, član
- doc. dr. sc. Daniela Barić, zamjena

Ustanova koja je dodjelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za cestovni promet

Vrsta studija: sveučilišni

Naziv studijskog programa: Promet

Stupanj: preddiplomski

Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.

Datum obrane završnog rada: 15.rujan, 2015.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Utjecaj značajki paleta na učinkovitost prijevoznih procesa**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 7.9.2015

(potpis)